

LASER DIODE WITH LENS AND MANUFACTURE THEREOF

Publication number: JP6196816 (A)

Publication date: 1994-07-15

Inventor(s): YAMASHITA JUNICHIRO

Applicant(s): MITSUBISHI ELECTRIC CORP

Classification:

- **international:** H01L33/00; H01S5/00; H01L33/00; H01S5/00; (IPC1-7): H01S3/18; H01L33/00

- **European:**

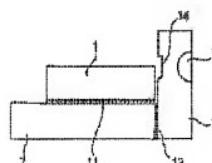
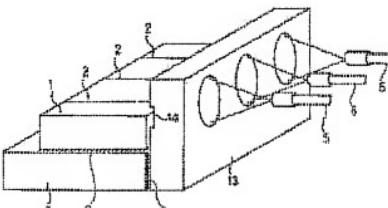
Application number: JP19920342378 19921222

Priority number(s): JP19920342378 19921222

Abstract of JP 6196816 (A)

PURPOSE: To fix a lens array without adjusting the parallelism and clearance of a laser diode chip and the lens array by forming the clearance avoiding the contact of the outgoing section of laser beams and the lens array between the outgoing section of the laser beams of at least the laser diode chip and the lens array. **CONSTITUTION:** An indentation 14 is formed as a clearance avoiding the contact of the outgoing section of the laser beams of a laser diode chip with a lens array.; Since a laser diode array 1 and the lens array 13 with the indentation are fixed with the small clearance, a distance between the light-emitting point of the laser diode array 1 and the principal point of a lens can be set at an optimum value in an unadjusted manner by properly selecting the substrate thickness of the lens array 13 with the indentation when the high refractive index section 15 of the lens array 13 with the indentation is formed on the reverse side to the laser diode array 1.

Accordingly, parallelism between the laser diode array and the lens array and a distance in the optical axis direction need not be adjusted.



Data supplied from the **esp@cenet** database — Worldwide

(51)Int.Cl.
H 01 S 3/18
H 01 L 33/00

識別記号 庁内整理番号
M 7376-4M

F I

技術表示箇所

審査請求 未請求 請求項の数3(全8頁)

(21)出願番号 特願平4-342378

(22)出願日 平成4年(1992)12月22日

(71)出願人 000006013

三菱電機株式会社

東京都千代田区丸の内二丁目2番3号

(72)発明者 山下 純一郎

鎌倉市大船五丁目1番1号 三菱電機株式会社電子システム研究所内

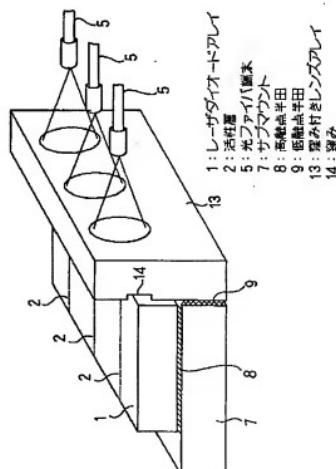
(74)代理人 弁理士 高田 守

(54)【発明の名称】レンズ付きレーザダイオードおよびその製造方法

(57)【要約】

【目的】小型で高安定、高信頼なレンズ付きレーザダイオードを高精度かつ短時間に組み立てる。

【構成】高屈折率部をレーザダイオードアレイとは反対側に設けるとともに入射部に窓みを設けたレンズアレイをサブマウントに直接固定することにより、レーザダイオードアレイとレンズアレイとの間の距離および平行度の調整が不要になると共に、高安定化、高信頼化、小型化が図れる。また、YAGレーザビームをレンズアレイのサブマウントとは反対側から入射し、レンズアレイとサブマウントの間に設けられた半田を非接触かつ局部的に加熱することによって溶かしてレンズアレイとサブマウントの間の光軸直交方向に位置合わせ固定を行うことにより、組み立て装置の熱変形が少なくて済み、高精度な組み立てが行えるとともに、温度変化部分の熱容量が小さいため、上昇・冷却が短時間に行える。



【特許請求の範囲】

【請求項1】複数のレーザ光の出射部を有するレーザダイオードチップと、レーザダイオードチップのレーザ光の出射側の端面と一面を揃えて配置され、レーザダイオードチップを保持するマウントと、マウントの上記一面に保持され、レーザ光を透過する基板に形成された複数のレンズを有し、上記レーザダイオードチップのそれぞれのレーザ光を所定の位置に集光させるレンズアレイとを備え、少なくともレーザダイオードチップのレーザ光の出射部とレンズアレイとの間に、上記出射部とレンズアレイとの接触を回避する間隔を有することを特徴とするレンズ付きレーザダイオード。

【請求項2】複数のレーザ光の出射部を有するレーザダイオードチップと、レーザダイオードチップのレーザ光の出射側の端面と一面を揃えて配置され、レーザダイオードチップを保持するマウントと、マウントの上記一面に保持され、レーザ光を透過する基板に屈折率分布を設けて形成された複数のレンズを有し、上記レーザダイオードチップのそれぞれのレーザ光を所定の位置に集光させるレンズアレイとを備え、上記レンズアレイの屈折率分布がレーザダイオードチップ側に凸面を有する凸レンズと等価に形成されたことを特徴とするレンズ付きレーザダイオード。

【請求項3】複数のレーザ光の出射部を有するレーザダイオードチップと、レーザダイオードチップのレーザ光の出射側の端面と一面を揃えて配置され、レーザダイオードチップを保持するマウントと、マウントの上記一面に半田により保持され、レーザ光を透過する基板に形成された複数のレンズを有し、上記レーザダイオードチップのそれぞれのレーザ光を所定の位置に集光させるレンズアレイとを備えたレンズ付きレーザダイオードを製造するものにおいて、レーザダイオードチップのレーザ光の出射側の端面とマウントの一面を揃えてレーザダイオードチップをマウントに固着し、レンズアレイの基板を透過するレーザ光をレンズアレイの基板のマウントとは反対側から入射させ、レンズアレイとマウントの間に設けられた半田を加熱して溶かし、レンズアレイをマウントに固定することを特徴とするレンズ付きレーザダイオードの製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】この発明は、コンピュータや交換機などにおいて、並列デジタルデータなどを光ファイバを用いて伝送する際の信号光源として必要となる、複数のレーザ光の出射部を有するレーザダイオードチップを備えたレンズ付きレーザダイオードに関するものである。

【0002】

【從来の技術】図6は、例えば、守谷らによって「多チャンネルLD、PDアレイモジュールの試作」と題して

1992年電子情報通信学会春季大会（発表番号C-269）で発表された従来の複数のレーザ光の出射部を有するレーザダイオードチップを備えたレンズ付きレーザダイオードアレイの構成例である。図において、1はレーザダイオードアレイ、2はレーザダイオードアレイ1の活性層、3は出力光、4はレンズアレイ、5は光ファイバ端末、6はキャリア、7はサブマウント、8は高融点半田、9は低融点半田である。

【0003】図7は、従来のレンズ付きレーザダイオードアレイの組み立て方法を表す図である。図において、10はホットプレート、11はレーザダイオードアレイ微動装置、12はレンズアレイ微動装置であり、その他の符号は図6と同一である。

【0004】次に動作について説明する。レーザダイオードアレイ1に並列して設けられた活性層2から放射される出力光3は、集光光学系の集合体であるレンズアレイ4によって、レンズアレイ4の前方の光ファイバ端末5の入射端面に集光される。キャリア6は、レーザダイオードアレイ1とレンズアレイ4との相対位置を固定するための金属製の構造部であり、また、サブマウント7は、組み立て時や使用時においてレーザダイオードアレイ1に加わる熱歪みを緩和するための緩衝部材であり、通常、シリコン等レーザダイオードアレイ1基板材と類似の物理的性質を有する材料が用いられる。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】従来のレンズ付きレーザダイオードアレイは以上のように構成され、組み立てられていたので、以下の問題点があった。

【0006】第一の問題点は、レーザダイオードアレイ30 1とレンズアレイ4との位置合わせ工程の繁雑さに関するものである。レーザダイオードアレイ1の出力光3をレンズアレイ4で集光して光ファイバ端末5に効率良く入射するには、レーザダイオードの放射パターンを光ファイバの伝搬モードに変換するために、所定の像倍率を持った結像関係を満たすよう、レーザダイオードアレイ1、レンズアレイ4と光ファイバ端末5の位置関係を高精度に調整する必要がある。通常、この調整は、まず、像倍率の関係上、調整範囲が狭いレーザダイオードとレンズの間を調整した後に所定の出力が得られるように光ファイバ端末の位置を調整する手順がとられる。

【0007】レーザダイオードの活性層が一つしかなく、レンズと光ファイバ端末も一つずつの場合にはそれぞれの間の距離と光軸直交方向の位置を調整するだけでも良いが、複数の光源を持つレーザダイオードアレイ1の出力光3をレンズアレイ4で集光する際には、全ての光源とレンズの距離を等しくするためにレーザダイオードアレイ1とレンズアレイ4との平行度をも調整しなければならない。このため、図6に示した従来のレンズ付きレーザダイオードアレイの構成においては、キャリア6の端面に対してレーザダイオードアレイ1端面の平行度

と光軸方向の距離とを調整した後にレンズアレイ4の光軸直交方向の位置を調整しなければならず組み立て工程が繁雑であった。

【0008】第二の問題点は、大きさと特性の安定性および信頼度に関するものである。図6に示した従来のレンズ付きレーザダイオードアレイの構成においては、キャリア6を介してレーザダイオードアレイ1とレンズアレイ4が固定されており、キャリア6の大きさによってレンズ付きレーザダイオードアレイの小形化が制限されていた。また、レーザダイオードアレイ1に対する放熱を良くするためにキャリア6として銅等の熱伝導率の良い材質を用いると、レーザダイオードアレイ1、サブマウント7、レンズアレイ4に比べてキャリア6の熱膨張率が大幅に大きくなり、サブマウント7とキャリア6の間の接合部及びレンズアレイ4とキャリア6の間の接合部に大きな熱歪みが加わり、レンズ付きレーザダイオードアレイの安定性および信頼度を損なうこととなる。

【0009】第三の問題点は、レーザダイオードアレイ1とレンズアレイ4との位置合わせ工程の精度と所要時間に関するものである。図7の従来の組み立て方法を表わす図を用いて説明する。まず、ホットプレート10でレンズ付きレーザダイオードアレイ全体を加熱して高融点半田8を溶融状態とした後に、レーザダイオードアレイ微動装置11を用いてレーザダイオードアレイ1のキャリア6端面に対する平行度と距離を調整する。次に、高融点半田8は凝固状態、低融点半田9は溶融状態となるようホットプレート10の温度を下げ、レンズアレイ微動装置12を用いてレンズアレイ4の光軸直交方向の位置を光ファイバ端末5への入射光が所定の値となるように調整する。この調整が終了後、ホットプレート10の温度を室温まで下げ、レンズ付きレーザダイオードアレイを取り出す。

【0010】従来は上記のような方法で組み立てられていたので、高融点半田8として例えば融点が280°CのAuSn半田、低融点半田9として例えば融点が183°CのPbSn半田を用いた場合には、最終位置合わせ後に対してもホットプレート10の温度を室温に対して少なくとも150度程度変化させねばならず、ホットプレート10の熱変形によって位置合わせに誤差が生じるとともに、昇温・冷却に少からぬ時間が必要となる。

【0011】この発明は上記のような問題点を解消するためになされたもので、レーザダイオードアレイ1とレンズアレイ4との位置合わせを簡単かつ高精度に行うとともに、小型でかつ高安定、高信頼なレンズ付きレーザダイオードアレイを実現することを目的とする。

【0012】

【課題を解決するための手段】請求項1のレンズ付きレーザダイオードは、複数のレーザ光の出射部を有するレーザダイオードチップと、レーザダイオードチップのレーザ光の出射側の端面と一面を揃えて配置され、レーザ

ダイオードチップを保持するマウントと、マウントの上記一面に保持され、レーザ光を透過する基板に形成された複数のレンズを有し、上記レーザダイオードチップのそれぞれのレーザ光を所定の位置に集光させるレンズアレイとを備え、少なくともレーザダイオードチップのレーザ光の出射部とレンズアレイとの間に、上記出射部とレンズアレイとの接触を回避する間隙を有するものである。

【0013】請求項2のレンズ付きレーザダイオードは、複数のレーザ光の出射部を有するレーザダイオードチップと、レーザダイオードチップのレーザ光の出射側の端面と一面を揃えて配置され、レーザダイオードチップを保持するマウントと、マウントの上記一面に保持され、レーザ光を透過する基板に屈折率分布を設けて形成された複数のレンズを有し、上記レーザダイオードチップのそれぞれのレーザ光を所定の位置に集光させるレンズアレイとを備え、上記レンズアレイの屈折率分布がレーザダイオードチップ側に凸面を有する凸レンズと等価に形成されたものである。

20 【0014】請求項3のレンズ付きレーザダイオードの製造方法は、複数のレーザ光の出射部を有するレーザダイオードチップと、レーザダイオードチップのレーザ光の出射側の端面と一面を揃えて配置され、レーザダイオードチップを保持するマウントと、マウントの上記一面に半田により保持され、レーザ光を透過する基板に形成された複数のレンズを有し、上記レーザダイオードチップのそれぞれのレーザ光を所定の位置に集光させるレンズアレイとを備えたレンズ付きレーザダイオードを製造するものにおいて、レーザダイオードチップのレーザ光の出射側の端面とマウントの一面を揃えてレーザダイオードチップをマウントに固定し、レンズアレイの基板を透過するレーザ光をレンズアレイの基板のマウントとは反対側から入射させ、レンズアレイとマウントの間に設けられた半田を加熱して溶かし、レンズアレイをマウントに固定するものである。

【0015】

【作用】請求項1の発明によれば、少なくともレーザダイオードチップのレーザ光の出射部とレンズアレイとの間に、上記出射部とレンズアレイとの接触を回避する間隙を有するので、レーザダイオードチップとレンズアレイとの平行度および間隔の調整無しに、レンズアレイをマウントに直接固定できる。

40 【0016】請求項2の発明によれば、レンズアレイの屈折率分布がレーザダイオードチップ側に凸面を有する凸レンズと等価に形成されているので、レーザダイオードチップとレンズアレイとの光軸直交方向位置合せの要求精度が緩和され、レーザダイオードチップとレンズアレイとの間隔調整無しに、高性能なレンズ付きレーザダイオードが容易に得られる。

50 【0017】請求項3の発明によれば、レーザダイオ

ドチップのレーザ光の出射側の端面とマウントの一面を
揃えてレーザダイオードチップをマウントに固定し、レンズアレイの基板を透過するレーザ光をレンズアレイの基板のマウントとは反対側から入射させ、レンズアレイとマウントの間に設けられた半田を加熱して溶かし、レンズアレイをマウントに固定するので、レンズアレイとマウントの間に設けられた半田を効率良く均一に加熱できる。

【0018】

【実施例】実施例1、図1はこの発明に係るレンズ付きレーザダイオードの構成図であり、1はレーザダイオードアレイ、2はレーザダイオードアレイ1の活性層、3は出力光、5は光ファイバ端末、7はサブマウント、8は高融点半田、9は低融点半田、13は窪み付きレンズアレイであり、レーザダイオードチップのレーザ光の出射部とレンズアレイとの接触を回避する間隙として窪み14が設けられたものである。

【0019】このレンズ付きレーザダイオードの基本的な動作は、先に図6に示した従来例と同じであり、レーザダイオードアレイ1に並列して設けられた活性層2から放射される出力光3は、集光光学系の集合体である窪み付きレンズアレイ13によって、光ファイバ端末5の入射端面に集光される。

【0020】次に、レーザダイオードアレイとレンズアレイとの間の平行度および光軸方向の距離の調整が不要になる理由を説明する。図2はこの発明に係るレンズ付きレーザダイオードの構成を側面から見た図である。図中、15は窪み付きレンズアレイ13に形成されている高屈折率部であり、その他の符号は図1と同一である。

【0021】図2に示すレンズ付きレーザダイオードの組み立てにおいては、高融点半田8が溶融状態のときにレーザダイオードアレイ1とサブマウント7を平面治具に軽く押し付けた後に冷却することにより、レーザダイオードアレイ1とサブマウント7の端面が一致するよう固定することができる。この後にレーザダイオードアレイ1に対する窪み付きレンズアレイ13の光軸直交方向の位置を調整した後に固定することによってレンズ付きレーザダイオードが完成する。

【0022】上述の方法で組み立てられたレンズ付きレーザダイオードにおいては、レーザダイオードアレイ1と窪み付きレンズアレイ13が極めて小さな隙間を持って固定されるので、図2に示すように、窪み付きレンズアレイ13の高屈折率部15がレーザダイオードアレイ1とは反対側に設けられていれば、窪み付きレンズアレイ13の基板厚さを適当に選ぶことにより、レーザダイオードアレイ1の発光点とレンズの主点の距離を無調整で最適な値に設定できる。従って、レーザダイオードアレイとレンズアレイとの間の平行度および光軸方向の距離の調整が不要となる。

【0023】次に、窪み付きレンズアレイ13に設けた

窪み14の働きについて説明する。レーザダイオードは一般にチップ両端のへき開面を共振器の反射面として用いており、へき開面の形状や特性が僅かでも変化するとレーザダイオードの特性が劣化する。また、レーザダイオードの外部に波長と同程度の隙間を介して反射点があると、レーザダイオードのへき開面とこの反射点との間の干渉によりレーザダイオード共振器の反射率が実効的に変化し、レーザダイオードの特性が不安定となる。前述のように、この発明に係るレンズ付きレーザダイオードにおいては、レーザダイオードアレイ1と窪み付きレンズアレイ13が極めて小さな隙間を持って固定されるので、両者が接してレーザダイオードのへき開面を破損することによってレーザダイオードを劣化させたり、レンズアレイ表面とレーザダイオードへき開面との間の干渉によってレーザダイオードの特性を不安定にすることを防ぐため、レーザダイオードの活性層の付近においては、レンズアレイ表面とレーザダイオードアレイとの間には一定の間隔を保つことが望まれる。窪み14はこれらの理由から設けられたものである。なお、窪み14の底部に無反射コートが施されれば、上述の窪み付きレンズアレイ13の表面とレーザダイオードへき開面との間の干渉が一層低減されるので望ましい。

【0024】次に、窪み付きレンズアレイ13に設けた窪み14と高屈折率部15との関係について説明する。この実施例のレンズアレイは屈折率を高めるイオンをガラス基板に、一定の間隔で穴を空けたマスクを介して注入することによって作られる。このとき、イオンの種類によっては、イオン注入工程完了時にガラス基板のイオン濃度に分布が生じ、これによって高屈折率部15内部にも同心円状の屈折率分布が生じることがある。窪み14がこのイオンが注入された高屈折率部15に及ぶと上述の屈折率分布に急峻な乱れを与えるので、レンズアレイの集光特性を劣化させる。従って、窪み14の深さは高屈折率部15にからない範囲に止めるが必要がある。

【0025】次に、窪み付きレンズアレイ13に設けた高屈折率部15の形状と光ファイバ端末5の固定位置の関係について説明する。図3は、立川らによって、「半導体レーザー多モードファイバ結合系における球面収差の検討」と題して電子通信学会通信システム研究会（発表番号C S 83-177）で発表された、球面収差を有する結合光学系における、光ファイバ端末の光軸直交許容ずれ量の光ファイバ端末の光軸方向位置依存性である。図において、20はレーザダイオード、21は球面収差を有する結合レンズ、5は光ファイバ端末である。この図では、光ファイバ端末を最大の光出力が得られる位置から僅かに遠ざけることにより、光出力の絶対値は少なくなるものの、光ファイバ端末の光軸直交方向の位置ずれに対する光出力の変化量は少なくなることが示されている。

【0026】図2に示すように、この発明に係るレンズ

付きレーザダイオードにおいては、窪み付きレンズアレイ13の高屈折率部15はレーザダイオードアレイ1とは反対側に設けられており、屈折率分布はレーザダイオードアレイ1側に凸面を持つ平凸レンズと等価である。

【0027】一般に、レーザダイオードと光ファイバとの結合系においては、レーザダイオードの放射角が光ファイバの受光角よりも大きいため、3～5倍程度の倍率をもって構成される。球面収差は、光線を急に曲げる方が大きくなるため、レーザダイオードアレイ1側に平面側を向けるよりも凸面を向ける方が平凸レンズの球面収差は大きくなる。

【0028】この発明に係るレンズ付きレーザダイオードにおいては、上述の光ファイバ端末の光軸直交許容軸ずれ量の光ファイバ端末の光軸方向位置依存性が顕著に表れ、光ファイバ端末を最大の光出力が得られる位置から遠ざけることにより、光出力の絶対値は少なくなるものの、光ファイバ端末の光軸直交方向の位置ずれに対する光出力の変化量は少なくなり、許容軸ずれ量を増大できる。

【0029】なお、コンピュータや交換機などにおいては、伝送距離が短いので、並列デジタルデータなどを光ファイバを用いて伝送する際の信号光源としては、光出力は少なくて差し支えない。一方、光ファイバ端末の光軸直交方向の位置ずれに対する許容量が大きいことは組み立て工程の簡素化が図られるため、光ファイバ端末を最大の光出力が得られる位置から遠ざけた位置で固定することは有用である。

【0030】実施例2、図4はこの発明に係るレンズ付きレーザダイオードの製造方法におけるレンズアレイの位置合わせ固定方法を表す説明図である。なお、レンズ付きレーザダイオードとしては上記実施例1の構成のものについて説明する。図中、16は窪み付きレンズアレイ13の基板を透過するレーザ光を発生するYAGレーザ装置、17はYAGレーザビーム、18はレーザビーム集光レンズであり、その他の符号は図1と同一である。

【0031】先に述べた方法でそれぞれの端面が一致するように固定されたレーザダイオードアレイ1とサブマウント7に対して窪み付きレンズアレイ13を位置合わせ固定するには、YAGレーザ装置16から出射されるYAGレーザビーム17をレーザビーム集光レンズ18を用いて窪み付きレンズアレイ13とサブマウント7との間に設けられた低融点半田9に集光させ、低融点半田9を溶融状態とした後にレンズアレイ微動装置12を用いて窪み付きレンズアレイ13の光軸直交方向の位置を光ファイバ端末5への入射光が所定の値となるように調整し、その後にYAGレーザビーム17を遮断して低融点半田9を凝固させることによって行われる。

【0032】この発明に係るレンズ付きレーザダイオードにおけるレンズアレイの位置合わせ固定方法において

は、YAGレーザビーム17を低融点半田9の全部が見通せる方向から照射できるので、低融点半田9を効率良く均一に加熱できる。また、低融点半田9の局部加熱ができるため、組み立て装置の熱変形が少なく、これによって生じる位置合わせ誤差も小さくなる。さらに、従来のように、ホットプレートのごとき熱容量の大きな部分が無いので昇温・冷却が短時間で行なえ、組み立て時間の短縮が図れる。

【0033】実施例3、また、上記実施例では、窪み付きレンズアレイ13として、ガラス基板に屈折率を高めるイオンを注入したものを例に挙げて説明したが、図5に示すように、ガラスもしくはシリコン等の対象波長で透明な材質の平板に、レーザダイオードアレイ1とは反対側に凸面を持つ平凸レンズと等価のレンズアレイを加工してレンズ効果を持たせた、窪み付き凸レンズアレイ19を用いても良い。

【0034】なお、上記実施例では、レーザダイオードチップのレーザ光の出射部とレンズアレイとの接触を回避する間隙として、窪み付きレンズアレイ13に窪み14を設けた例を示したが、これに限らず、レンズアレイの基板を切り欠いたり、レーザダイオードチップのほうに凹部を形成しても良い。

【0035】

【発明の効果】請求項1の発明によれば、レーザダイオードチップとレンズアレイとの平行度および間隔の調整無しに、レンズアレイをマウントに直接固定できる。請求項2の発明によれば、レーザダイオードチップとレンズアレイとの光軸直交方向位置合せの要求精度が緩和され、レーザダイオードチップとレンズアレイとの間隔調整無しに、高性能なレンズ付きレーザダイオードが容易に得られる。請求項3の発明によれば、レンズアレイとマウントの間に設けられた半田を効率良く均一に加熱できる。

【図面の簡単な説明】

【図1】この発明の実施例1を示す構成図である。

【図2】この発明に係るレンズ付きレーザダイオードの構成を側面から見た図である。

【図3】球面収差を有する結合光学系における、光ファイバ端末の光軸直交許容軸ずれ量の光ファイバ端末の光軸方向位置依存性を表す図である。

【図4】この発明のレンズ付きレーザダイオードの製造方法におけるレンズアレイの位置合わせ固定方法を表す説明図である。

【図5】この発明の実施例3を示す構成図である。

【図6】従来のレンズ付きレーザダイオードアレイの構成図である。

【図7】従来のレンズ付きレーザダイオードアレイの組み立て方法を表す説明図である。

【符号の説明】

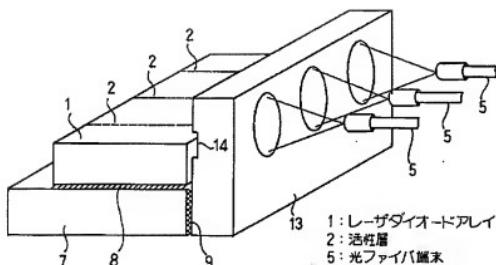
50 1 レーザダイオードアレイ

- 2 活性層
 3 出力光
 4 レンズアレイ
 5 光ファイバ端末
 6 キャリア
 7 サブマウント
 8 高融点半田
 9 低融点半田
 10 ホットプレート

- * 11 レーザダイオードアレイ微動装置
 12 レンズアレイ微動装置
 13 窒み付きレンズアレイ
 14 窒み
 15 高屈折率部
 16 YAGレーザ装置
 17 YAGレーザビーム
 18 レーザビーム集光レンズ
 * 19 窒み付き凸レンズアレイ

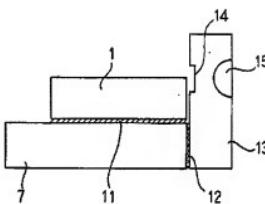
9

【図1】



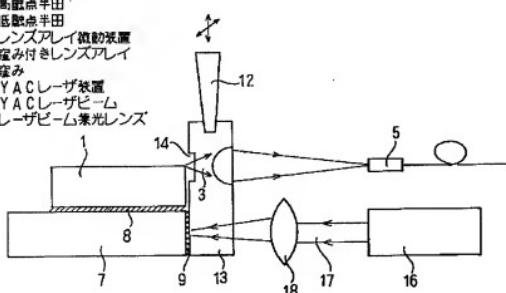
- 1: レーザダイオードアレイ
 2: 活性層
 5: 光ファイバ端末
 7: サブマウント
 8: 高融点半田
 9: 低融点半田
 13: 窒み付きレンズアレイ
 14: 窒み

【図2】

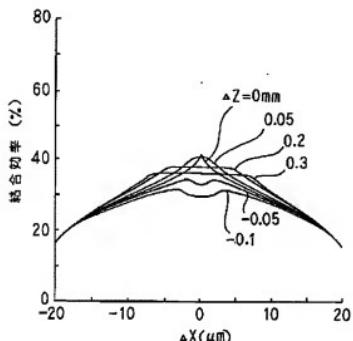
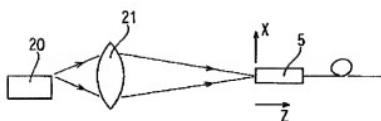


【図4】

- 1: レーザダイオードアレイ
 3: 出力光
 5: 光ファイバ端末
 7: サブマウント
 8: 高融点半田
 9: 低融点半田
 12: レンズアレイ微動装置
 13: 窒み付きレンズアレイ
 14: 窒み
 16: YAGレーザ装置
 17: YAGレーザビーム
 18: レーザビーム集光レンズ

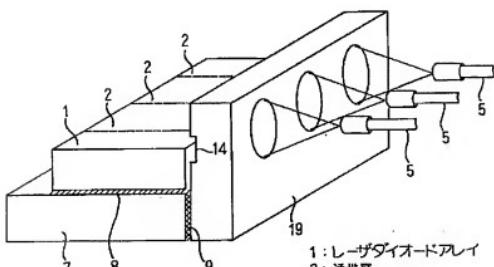


【図3】



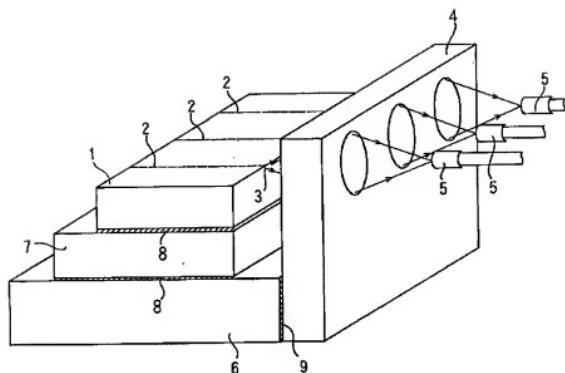
ファイバの光軸垂直方向のずれと結合効率

【図5】



- 1: レーザダイオードアレイ
- 2: 活性層
- 5: 光ファイバ端末
- 7: サブマウント
- 8: 高融点半田
- 9: 低融点半田
- 14: 虫み
- 19: 虫み付き凸レンズアレイ

【図6】



【図7】

